

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра теоретичної і промислової теплотехніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис)

“ ” _____ 2019 р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра**

з напрямку підготовки 6.050601 Теплоенергетика (спеціальності 144

Теплоенергетика)

на тему: «Автономна котельня ВАТ «Південьтеплоенергомонтаж» в м. Буча
Київської області»

Виконав : студент IV курсу, групи ТП - 51

_____ Швець Назарій Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник

_____ Шовкалюк Юрій Васильович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з охорони праці доцент, к. т. н. Каштанов С.Ф.

(назва розділу)

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет Теплоенергетичний

Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»

(Спеціальність 144 «Теплоенергетика»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис)

« ____ » _____ 2019р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту**

Швецю Назарію Олеговичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Автономна котельня ВАТ «Південьтеплоенергомонтаж» в м. Буча
Київської області

керівник проекту

Шовкалюк Юрій Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « ____ » _____ 2019 р. № ____

2. Термін подання студентом проекту 18.06.2019 р.

3. Вихідні дані до проекту Автономна котельня в місті Буча, максимальне
навантаження на опалення 407 кВт із температурним графіком
95/70⁰С, максимальне навантаження на гаряче водопостачання 233 кВт з
температурою 60⁰С

4.Зміст пояснювальної записки Вступ, розрахунок теплових навантажень, розрахунок теплової схеми котельні, вибір основного та допоміжного обладнання, охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) Теплова схема котельні, компоновка обладнання план, розріз 1-1, розріз 2-2.

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
охорона праці	Каштанов С.Ф., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Розрахунок теплових навантажень		
2	Розрахунок теплової схеми котельні		
3	Вибір основного та допоміжного обладнання		
4	Охорона праці		
5	Графічна частина		
5.1	Теплова схема котельні		
5.2	Компоновка обладнання		
6	Оформлення пояснювальної записки		

Студент

(підпис)

Швець Н.О
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

Шовкалюк Ю.В.
(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на тему:

«Автономна котельня ВАТ «Південьенергомонтаж» в м. Буча Київської області»,
пояснювальна записка 49 с., 4 рис., 9 табл.; креслень – 3 арк. ф. А1.

Мета проекту – розрахунок автономної котельні для ВАТ «Південьенергомонтаж» в м. Буча Київської області.

Розрахована витрата споживачів режимів: : максимально-зимового (-22°C); середньої температури за опалювальний період ($-0,1^{\circ}\text{C}$); річного.

Були отримані результати: - витрата на опалення - для максимально-зимового $Q_o = 407$ кВт, для середньої температури за опалювальний період - $Q_{cp.o} = 194,7$ кВт, для річного -

$$Q_{pich.o} = 2,96 \cdot 10^9 \frac{\text{кДж}}{\text{рік}}.$$

- Витрата на ГВП – для середньої температури за опалювальний період $Q_{г.в.ср} = 233$ кВт.,

$$\text{річного } Q_{г.в.рiч} = 6,345 \cdot 10^9 \frac{\text{кДж}}{\text{рік}}.$$

Розрахована теплова схема для 3 характерних режимів. Наведені результати розрахунків відпустку тепла від котельні повинні здійснюватися у вигляді гарячої води. Було обрано основне та допоміжне обладнання. 2 котли Logano GE434 забезпечують необхідну кількість тепла на опалення та гаряче водопостачання, коефіцієнт завантаження котлів 98,4%. Пластинчастий теплообмінник з площею поверхні нагріву $3,9 \text{ м}^2$. Гідравлічний вирівнювач $d_{зov}=320 \text{ мм}$. Водопідготовча установка забезпечує необхідну якість води.

На кресленнях наведені теплова схема, компоновка обладнання, розріз 1-1, 2-2.

Ключові слова :котел, автономна котельня, підігрівач гарячого водопостачання, ,бак розширення.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект первого (бакалаврской) уровня высшего образования на тему:

«Автономная котельная ОАО «Югтеплоэнергомонтаж» в г.. Буча Киевской области»,
пояснительная записка 49 с., 4 рис., 10 табл.; чертежей - 3 л. ф. А1.

Цель проекта - расчет автономной котельной для ОАО «Югтеплоэнергомонтаж» в г.. Буча Киевской области.

Рассчитана расход потребителей режимов:: максимально-зимнего (-22°C); средняя температуры за отопительный период ($-0,1^{\circ}\text{C}$); летнего. Были получены результаты: - расход на отопление - для максимально-зимнего -407 кВт, для средняя температуры за отопительный период - 194,7 кВт, годового $Q_{\text{год.о}} = 2,96 \cdot 10^9 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}$

Для летнего расход ГВС - для средняя температуры за отопительный период кВт – 233 кВт, годового - $Q_{\text{г.в.год}} = 6,345 \cdot 10^9 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}$

Рассчитана тепловая схема для 3 характерных режимов. Приведенные результаты расчетов отпуск тепла от котельной должны осуществляться в виде горячей воды. Был избран основное и вспомогательное оборудование. 2 котла Logano GE434 обеспечивают необходимое количество тепла на отопление и горячее водоснабжение, коэффициент загрузки котлов 98,4%. Пластинчатый теплообменник с площадью поверхности нагрева 3,9 м². Гидравлический выпрямитель $d_{\text{зов}} = 320$ мм. Водоподготовительная установка обеспечивает необходимое качество воды.

На чертежах приведены тепловая схема, компоновка оборудование, разрез 1-1, 2-2. Ключевые слова: котел, автономная котельная, подогреватель горячего водопоставок, бак расширения.

SUMMARY

Diploma project of the first (Bachelor) level of higher education on the topic:

"Autonomous boiler-house of OJSC" Pivdenenergomontazh" in the city of Bucha, Kyiv region", explanatory note for 49 p., 4 figures 9 tables; drawings - 3 arcs. f. A1

The purpose of the project is to calculate the autonomous boiler-house for OJSC "Pivdenenergomontazh" in the city of Bucha, Kyiv region.

The calculated consumption of modes of users:: maximum-winter (-22°C); the average temperature during the heating period (-0.1°C); year old. The results were obtained: - consumption for heating - for maximum-winter - 407 kW, for the average temperature during the heating period -194 kW, for the annual - $2,96 \cdot 10^9$ kW/year

- The cost of PVD - for the average temperature during the heating period - 233 kW., annual - $6,345 \cdot 10^9$ kW/year

The thermal circuit for 3 characteristic regimes is calculated. The given results of calculations of holiday of heat from a boiler house should be carried out in the form of hot water. The main and auxiliary equipment was selected. 2 Logano GE434 boilers provide the required amount of heat for heating and hot water supply, the boiler load factor is 98.4%. Plate heat exchanger with an area of heating surface of 3.9 m². Hydraulic leveler $d_z = 320$ mm. The water preparation unit provides the required water quality.

The drawings show the thermal circuit, the arrangement of the equipment, the section 1-1, 2-2.

Key words: boiler, autonomous boiler house, hot water heater, tank expansion.

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: «Автономна котельня ВАТ «Південьтеплоенергомонтаж» в місті Буча

Київ – 2019 року

Зміст

Перелік умовних позначень скорочень.....	8
Вступ.....	10
1 Розрахунки теплових навантажень споживарів.....	12
1.1 Теплове навантаження на опалення.....	12
1.2 Теплове навантаження на гаряче водопостачання.....	12
2 Теплова схема котельні.....	15
2.1 Опис теплової схеми.....	15
2.2 Вихідні дані до розрахунку.....	16
2.3 Розрахунок теплової схеми.....	17
3 Вибір основного та допоміжного обладнання.....	22
3.1 Котли.....	22
3.2 Підігрівач системи гарячого водопостачання.....	2
3.3 Розрахунок насосів.....	31
3.4 Гідравлічний вирівнювач.....	34
3.5 Водопідготовча установка	36
3.5 Вибір розширювального баку насосів.....	39
3.6 Розрахунок діаметрів трубопроводів.....	40
4 Охорона праці.....	43
4.1 Охорона праці при монтажі обладнання котельні.....	43
4.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничій санітарії...47	
4.3 Профілактика та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	48
Висновки.....	51
Перелік посилань.....	52
Додатки.....	
Додаток А	
Перевірка дипломного проекту на академічний плагіат	

					ТП 51 69 017 ПЗ			
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент	Швець Н.О.				Автономна котельня. Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Шовкалюк Ю.В						7	51
Н. Контр.	Боженко М.Ф					«КП» ім. Ігоря Сікорського ТЕФ, ТПТ		
Зав. каф.	Варламов Г.Б							

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ

t – температура;
 Q – витрата теплоти;
 G – витрата води;
 F – площа поверхні нагріву;
 α - коефіцієнт тепловіддачі;
 κ - коефіцієнт теплопередачі;
 W – швидкість руху теплоносіїв;
 D – діаметр патрубків;
 P – тиск;
 V – об'єм води;
 Nu – число Нусельта
 Re – число Рейнольдса;
 Pr – критерій Прандтля;
 ν - коефіцієнт кінематичної в'язкості;
 λ - коефіцієнт теплопровідності;
 ρ - густина.

Індекси:

– нижні:
 о –опалення;
 оп –опалювальні прилади;
 г –гаряча;
 х –холодна;
 в–водопостачання;
 р – розрахункова величина;
 з –зовнішнє;
 вн –внутрішнє ;
 с – стінка;
 рец –рециркуляція;
 – верхні:

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

н –насос;

ср – середнє;

рік – річне;

л –літній періоду;

Скорочення:

ТОА – теплообмінний апарат;

ГВП – гаряче водопостачання;

ТН – теплоносій;

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Котельня являє собою розташовану в одному технічному приміщенні установку, яка складається з котла і допоміжного обладнання (тягодуттьові машини, механізми і пристрої управління, димова труба тощо), для отримання водяної пари або гарячої води за рахунок теплоти палива, що спалюється. Основним пристроєм котельні є паровий, жаротрубний та/або водогрійний котел, в якому відбувається нагрівання робочої рідини (теплоносія, як правило води або пари).

Котельні використовуються при централізованому тепло-і паропостачанні або при місцевому постачанні, якщо ця котельня локального значення (у межах приватного будинку, кварталу). Котельні з'єднуються зі споживачами за допомогою теплотраси і / або паропроводів. Теплові мережі ділять на магістральні, квартальні та місцеві.

Котельні можуть працювати на твердому (вугілля), рідкому (мазут, дизпаливо) або газоподібному паливі (природний газ). Димові гази, що утворюються при роботі котлів, відводяться за допомогою димової труби.

У тепловому господарстві країни знаходиться понад 100 тис. котелень різного призначення. Переважна більшість із них — це дрібні промислові чи опалювальні автономні котельні. Стан обладнання більшості з них незадовільний, потребує реконструкції та заміни. Основним паливом для котелень є природний газ — 52—58% (мазут — 12—15%, вугілля — 27—36%).

Класифікація котельних:

- **Газові.**

Більшість котелень в нашій країні працює на газі, через що доля газу у витратах палива на теплопостачання перевищує 55%. Газ — найекологічніший вид палива на сьогодні.

- **Електричні.** Працюють на електричному струмі. Встановлюють, коли немає можливості використовувати інші види палива.

- **Рідкопаливні.** На сьогоднішній момент найбільш часто застосовуються мазут та солярка. У останній час ці види рідкого палива заміняють на ВВВС — висококонцентровану водовугільну суспензію (водо-вугільне паливо). 1 МВт виробленого тепла дизельної котельні при експлуатації дорожче в 8 разів тепла, одержуваного від газової котельні.

- **Твердопаливні.**

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Працюють на твердому паливі. Як тверде паливо використовується буре та кам'яне вугілля, дрова, кокс, торф, солома, лушпайки соняшника, брикети та гранули (палети) — пресовані відходи деревини. Часто котельні, що працюють на твердому паливі, встановлюють виробничі фірми, що займаються деревообробкою, у яких є в великих кількостях дерев'яні відходи, які можна використовувати як паливо. Приготування палива в цьому випадку пов'язано з подрібненням що подаються на спалювання відходів, а так само їх підсушування до потрібного вологовмісту. Часто споруди паливо приготування займають більше місця ніж котли та інше обладнання, отже й вартість таких котелень більше ніж інших, але вони дуже швидко виправдовують себе при наявності безкоштовного палива (відходи виробництва). Як правило, біля твердопаливних котелень знаходяться споруди для паливо приготування.

- **Комбіновані** (багатопаливні). В таких котельнях присутні два види палива і відповідно два комплекси подачі палива. Найчастіше котли забезпечуються комбінованими пальниками, що працюють на природному газі і на дизельному паливі. При цьому одне вид палива визначається як основний, а інший як резервний або аварійний.

Тепла квартира в холодну погоду і гаряча вода у ванній — все це є в нашому житті завдяки котельням, які приносять тепло в наше життя.

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 РОЗРАХУНКИ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ СПОЖИВАЧІВ

За [1] визначаємо кліматологічні дані для міста Бучі:

- тривалість опалювального періоду $n_o=176$ діб;
- температура зовнішнього повітря у холодний період року, °C:
- розрахункова для опалення $t_{p.o}=-22$ °C;
- середня опалювального періоду $t_{cp.o}=-0,1$ °C;
- середня найбільш холодного місяця $t_{cp.x.m}=-4,7$ °C.

1.1 Теплове навантаження на опалення

1.1.1 Максимальна витрата теплоти на опалення Q_o , кВт,

Згідно з завданням:

$$Q_o = 407 \text{ кВт.}$$

1.1.2 Середня витрата теплоти на опалення

Для будівлі середня витрата теплоти на опалення, кВт,

$$Q_{cp.o} = Q_o \frac{t_{вн} - t_{cp.o}}{t_{вн} - t_{p.o}}, \quad (1.1)$$

де Q_o -максимальна витрата теплоти на опалення, кВт;

$t_{вн}$ – температура повітря в середині приміщення, °C; (беру 20° C)

$t_{p.o}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення, °C;

$t_{cp.o}$ – температура середня опалювального періоду.

$$Q_{cp.o} = 407 \cdot \frac{20 + 0,1}{20 - (-22)} = 194,7 \text{ кВт.}$$

1.1.3 Річна витрата теплоти на опалення

$$Q_{pich.o} = Q_{cp.o} n_o \cdot 24 \cdot 3600, \quad (1.2)$$

де $Q_{cp.o}$ – середня витрата теплоти на опалення, кВт;

$$Q_{pich.o} = 194,7 \cdot 176 \cdot 24 \cdot 3600 = 2,96 \cdot 10^9 \frac{\text{кДж}}{\text{рік}}.$$

1.2 Теплове навантаження на гаряче водопостачання

Середня витрата теплоти на гаряче водопостачання споживачів за опалювальний період, кВт:

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з завданням:

$$Q_{г.в.ср} = 233 \text{ кВт.}$$

1.2.1 Середня витрата теплоти на гаряче водопостачання споживачів у літній період, кВт,

$$Q_{г.в.ср}^л = Q_{г.в.ср} \frac{55 - t_{х.л}}{55 - t_{х.з}}, \quad (1.3)$$

де $Q_{г.в.ср}$ - середня витрата теплоти на гаряче водопостачання споживачів за опалювальний період;

$t_{х.л}$ - температура холодної (водопровідної) води у літній період $t_{х.л} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

$t_{х.з}$ - температура холодної (водопровідної) води у зимовий період $t_{х.з} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$Q_{г.в.ср}^л = 233 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} = 186,4$$

1.2.2 Річна витрата теплоти на гаряче водопостачання, кДж/рік,

$$Q_{г.в.річ} = 24 \left[Q_{г.в.ср} n_o + Q_{г.в.ср}^л (350 - n_o) \right] 3600, \quad (1.4)$$

$$Q_{г.в.річ} = 24 \cdot [233 \cdot 176 + 186,4 \cdot (350 - 176)] \cdot 3600 = 6,345 \cdot 10^9 \frac{\text{кДж}}{\text{рік}}$$

Результати розрахунків теплових навантажень зведені до табл. 2.1, 2.2.

Таблиця 1.1 - Максимальні витрати теплоти, кВт

Навантаження		Позначення	Значення величини
1. Опалення будівель		Q_o	407
2. Гаряче водопостачання (середня витрата)	опалювальний період	$Q_{гв.ср}$	233
	теплий період	$Q_{гв.ср}^л$	186,4
Сумарне навантаження споживачів		ΣQ	640

Таблиця 1.2 - Річні витрати теплоти, кДж/рік

Навантаження	Позначення	Значення величини
Опалення будівель	$Q_{o,річ}$	$2,96 \cdot 10^9$
Гаряче водопостачання житлових та громадських будівель	$Q_{гв,річ}$	$6,345 \cdot 10^9$
Сумарне навантаження споживачів	ΣQ	$10,346 \cdot 10^9$

2 ТЕПЛОВА СХЕМА КОТЕЛЬНОЇ

2.1 Опис теплової схеми

Котельня відпускає теплоносії – мережну воду на систему опалення за опалювальним графіком 95-70 °С, та гарячу воду 60 °С на потреби гарячого водопостачання.

Для зменшення гідравлічних ударів в системі в тепловій схемі котельні використовується гідравлічний вирівнювач, до якого приєднано розподільчий колектор (гребінка).

До колектору в котельній підключені трубопроводи теплової мережі та завантажувальні трубопроводи швидкісного водопідігрівача.

Розрахунок теплової схеми виконаний за умови закритих, з компенсатором об'єму систем опалення, та гарячого водопостачання. Система безпеки котла налагоджується на тиск 0,4 МПа. Скид води після можливого спрацювання запобіжних клапанів передбачається в бак запасу хімічно очищеної води в котельній.

Циркуляція води в системі теплопостачання забезпечується котловими насосами та мережними насосами. Регулювання температури прямої мережної води на систему опалення передбачається за допомогою трьохходового клапану-змішувача з електроприводом у відповідності з прийнятим розрахунковим графіком теплопостачання в залежності від температури зовнішнього повітря.

Тепловою схемою котельної передбачена установка підготовки підживлюючої води, яка може бути використана також і при заповненні системи теплопостачання перед пуском, у складі: пристрою пом'якшення води, баку запасу води об'ємом 0,5 м³, двох підживлюючих насосів та пристрою хімічної деаерації. Враховуючи, що робота котельні передбачається з закритою системою опалення через компенсатор об'єму, режим роботи підживлюючої установки - автоматичний у положенні готовності з включенням у разі зниження тиску у зворотному трубопроводі.

Конструкцією трубопроводів передбаченні закладні елементи для оснащення котельні необхідними контрольно-вимірювальними приладами, засобами автоматизації та регулювання.

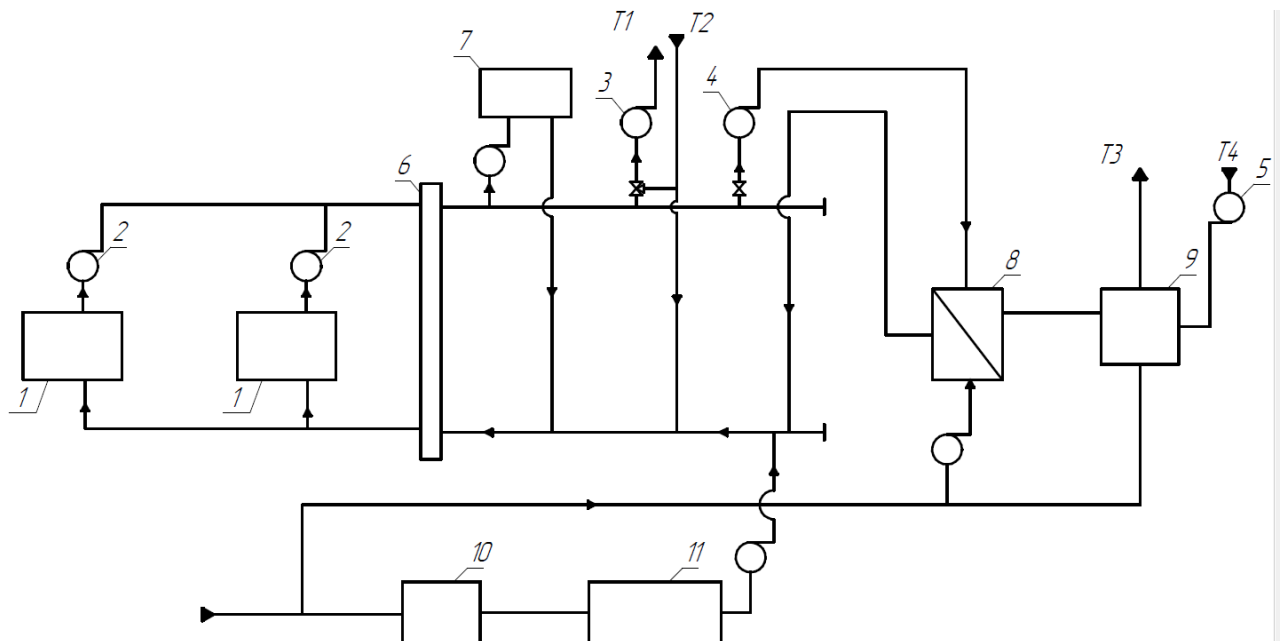
Котельня оснащена лічильниками вихідної води, води ГВП та циркуляції підживлюючої води.

Для забезпечення повітрям на горіння та трьохкратний повітрообмін передбачено припливну жалюзійну решітку, яка встановлюється в нижній частині дверей та припливну

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вентиляцію, що забезпечить необхідну кількість повітря з температурою $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в холодний період.

Система управління забезпечує автоматичне управління двокотловою установкою залежно від зовнішньої температури повітря і теплового навантаження споживачів та бака накопичувача.



1 – водогрійний котел; 2 – насоси котлового контура; 3 – насос мережної води системи опалення; 4 – насос мережної води ГВП; 5 – насос циркуляції ГВП; 6 – гідравлічний вирівнювач; 7 – припливна вентиляція; 8 – пластинчастий водопідігрівач; 9 – бак-акумулятор гарячої води; 10 – пом’якшувальна установка; 11 – бак запасу хімічно очищеної води.

Рис 1.1 – Принципова тепла схема котельні

2.2 Вихідні дані до розрахунку

1. Температура повітря усередині опалювальних будівель (режими I - II) $t_{\text{вн}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
2. Температура зовнішнього повітря $t_{\text{зовн}}$: режим I - $t_{\text{зовн}} = t_{\text{р.о}} = -23\text{ }^{\circ}\text{C}$;
3. Максимальний (розрахунковий) відпуск теплоти на опалення будівлі (режим I) - Q_o - 407 кВт;
4. Середній відпуск теплоти на гаряче водопостачання - $Q_{\text{гв.ср}}$ - 233 кВт (режим I);
5. Максимальна температура прямої мережної води (режим I):
 $t_{1\text{max}} = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$.
6. Максимальна температура поворотної мережної води (режим I):
 $t_{2\text{max}} = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

7. Температура сирієї води на вході в котельню, T_1 , °C:

- режими I- IV: $T_{I3} = 5$ °C;

8. Коефіцієнт зниження витікання води в системі теплопостачання:

$k_{\text{вит}} = 1$ (режими I - III);

9. Вид палива – природний газ.

2.3 Розрахунок теплової схеми

2.3.1 Коефіцієнт зменшення витрати теплоти на опалення залежно від температури зовнішнього повітря

$$k_o = \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}}, \quad (2.1)$$

$$k_o = (20+22)/(20+22) = 1.$$

2.3.2 Сумарний відпуск теплоти на опалення, кВт

$$Q_o = (Q_{o.\text{max}})k_o; \quad (2.2)$$

$$Q_o = 407 \cdot 1 = 407 \text{ кВт.}$$

2.3.3 Сумарний відпуск теплоти на гаряче водопостачання, кВт

$$Q_{\text{г.в}} = Q_{\text{г.в.ср}}; \quad (2.3)$$

$$Q_{\text{г.в}} = 233 \text{ кВт.}$$

2.3.4 Температура мережної води на виході з котельні, °C

$$t_1 = 20 + 62,5k_o^{0,8} + 12,5k_o \quad (2.4)$$

$$t_1 = 95 \text{ °C.}$$

2.3.5 Температура поворотної мережної води після опалення, °C

$$t_2^o = t_1 - 25k_o, \quad (2.5)$$

$$t_2^{o.B} = 70 \text{ °C}$$

2.3.6 Розрахункова витрата мережної води на опалення, кг/с

$$G_o = \frac{Q_o}{c_{\text{в}}(t_1 - t_2^o)}, \quad (2.6)$$

$$G_o = \frac{407}{4,187 \cdot (95 - 70)} = 3,89 \text{ кг/с.}$$

де $c_{\text{в}}$ – теплоємність води, кДж/(кг·K); беремо $c_{\text{в}} = 4,187$ кДж/(кг·K).

2.3.7 Витрата води на гаряче водопостачання у споживачів, кг/с

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{\text{з.б}}^{\text{сн}} = \frac{Q_{\text{з.б}}}{c_{\text{б}}(t_{\text{з.б}} - T_{13})}; \quad (2.7)$$

$$G_{\text{з.б}}^{\text{сн}} = \frac{233}{4,187(60 - 5)} = 1,01 \text{ кг/с.}$$

2.3.8 Підігрівник ГВП приєднаний за паралельною схемою, визначається додаткова витрата мережної води на підігрівник ГВП, кг/с

$$G_{\text{Г.В}} = \frac{Q_{\text{Г.В}}}{c_{\text{в}}(t_1 - t_2^0)}; \quad (2.8)$$

$$G_{\text{з.б}} = \frac{233}{4,187(95 - 70)} = 2,22 \text{ кг/с.}$$

2.3.9 Розрахункова витрата мережної води на виході з котельної, кг/с

$$G_{\text{м}} = G_{\text{о}} + G_{\text{з.б}}; \quad (2.9)$$

$$G_{\text{м}} = 3,89 + 2,22 = 6,11 \text{ кг/с.}$$

2.3.10 Витрати води на з витікання в тепловій мережі, кг/с

$$G_{\text{вут}} = \frac{0,75}{100 \cdot 3600} [(Q_{\text{о}} + Q_{\text{з.б.ср}}) g_{\text{сисм}}] k_{\text{вут}}; \quad (2.10)$$

$$G_{\text{вут}} = \frac{0,75}{100 \cdot 3600} [(0,407 + 0,233) \cdot 65000] = 0,086 \text{ кг/с.}$$

2.3.11 Витрата поворотної мережної води на вході в котельну, кг/с

$$G_{\text{п.м}} = G_{\text{м}} - G_{\text{вут}}; \quad (2.11)$$

$$G_{\text{п.м}} = 6,11 - 0,086 = 6,024 \text{ кг/с.}$$

2.3.12 Сумарний відпуск теплоти водогрійними котлами, кВт

$$Q_{\text{к}}^6 = Q_{\text{о}} + Q_{\text{з.б}}^3; \quad (2.12)$$

$$Q_{\text{к}}^6 = 407 + 233 = 640 \text{ кВт.}$$

За величиною $Q_{\text{к}}^{\text{в}}$ вибирається тип, марка та кількість ($N_{\text{к}}^{\text{в}}$) водогрійних котлів, причому $2 \leq N_{\text{к}}^{\text{в}} \leq 5$.

2.3.13 Необхідна кількість встановлених водогрійних котлів (з заокругленням до найближчого більшого цілого числа), компл.

$$N_{\text{к}}^{\text{в}} = \frac{Q_{\text{к}}^{\text{в}}}{Q_{\text{к}}^{\text{ном}}}, \quad (2.13)$$

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $Q_K^{\text{ном}}$ – номінальна теплопродуктивність одного водогрійного котла, кВт.

2.3.14 Завантаження водогрійних котлів, %

$$k_{\text{зав}}^B = \frac{Q_K^B}{N_K^B Q_K^{\text{ном}}} \cdot 100 \quad (2.14)$$

В результаті розрахунку теплової схеми отримана величина сумарного відпуску теплоти водогрійними котлами $Q_K^B = 650$ кВт.

Вибрати марку та необхідну кількість встановлених водогрійних котлів типу Lagano GE434

Lagano GE434 ($Q_K^{\text{ном}} = 325$ кВт), Lagano GE434 ($Q_K^{\text{ном}} = 350$ кВт), Lagano GE434 ($Q_K^{\text{ном}} = 375$ кВт)

Визначаємо необхідну кількість і коефіцієнт завантаження котлів:

- варіант 1

$$N_K^6 = \frac{640}{350} = 2 \text{ компл.}; \quad k_{\text{зав}}^6 = \frac{640}{2 \cdot 350} \cdot 100 = 91,4 \%$$

- варіант 2

$$N_K^6 = \frac{640}{325} = 2 \text{ компл.}; \quad k_{\text{зав}}^B = \frac{640}{2 \cdot 325} \cdot 100 = 98,4\%$$

Оскільки кількість котлів рівна в двох випадках - вибираємо найбільшу величину коефіцієнта завантаження, вибираємо 2 котла марки Lagano GE434 ($Q_K^{\text{ном}} = 325$ кВт),.

Номінальна витрата води через котел Lagano GE434 складає $G_K^{\text{ном}} = 0,312$ т/год

Проектні котли сертифіковані в органах Держстандарту України та мають дозвіл Держнаглядохоронпраці на застосування в Україні.

Опалювальні котли типу Logano 434 є високопродуктивними генераторами теплоти для систем тепlopостачання. Ці котли оснащені атмосферними 2-о ступеневими газовими пальниками. Оптимальні умови спалювання пального, високоефективні поверхні нагріву, доцільно низька температура вихідних газів та суцільна термоізоляція забезпечують коефіцієнт корисної дії котла більше 94 %.

2.3.15 Витрата води, що пропускається крізь всі водогрійні котли, кг/с

$$G_{\text{в.к}} = N_K^6 \frac{G_K^{\text{ном}}}{3,6} ; \quad (2.15)$$

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{\text{в.к}\Sigma} = 2 \cdot \frac{0,312}{3,6} = 0,173 \text{ кг/с.}$$

2.3.16 Кількість відключених водогрійних котлів, компл.

$$N_{\text{к.в}}^{\text{в}} = N_{\text{к}}^{\text{в}} (\text{режим I}) - N_{\text{к}}^{\text{в}}, \quad (2.16)$$

$$N_{\text{к.в}}^{\text{в}} = 2 - 2 = 0.$$

2.3.17 Додаткова витрата мережної води на ГВП (по відношенню до витрати мережної води в максимально зимовому режимі), кг/с

$$\Delta G_{\text{г.в}} = G_{\text{м}} - G_{\text{м}} (\text{режим I}), \quad (2.17)$$

$$\Delta G_{\text{г.в}} = 0.$$

2.3.18 Витрата води крізь нерегульований перепуск, кг/с

$$G_{\text{н.п}} = G_{\text{в.к}\Sigma} N_{\text{к.в}}^{\text{в}} + \Delta G_{\text{г.в}}, \quad (2.18)$$

$$G_{\text{н.п}} = 0.$$

2.3.19 Витрата води від водогрійних котлів в теплову мережу, кг/с

$$G_{\text{в.к}}^{\text{м}} = G_{\text{в.к}\Sigma}; \quad (2.19)$$

$$G_{\text{в.к}}^{\text{м}} = G_{\text{в.к}\Sigma} = 0,173 \text{ кг/с.}$$

2.3.20 Сумарна витрата води перед насосами мережної води, кг/с

$$G_{\text{м.н}} = G_{\text{п.м}} + G_{\text{вит}}; \quad (2.20)$$

$$G_{\text{м.н}} = 6,024 + 0,086 = 6,11 \text{ кг/с.}$$

2.3.21 Температура води перед насосами мережної води, °C

$$t_2^{\text{м.н}} = \frac{t_2 G_{\text{п.м}} + T' G_{\text{вит}}}{G_{\text{м.н}}}; \quad (2.21)$$

$$t_2^{\text{м.н}} = \frac{70 \cdot 6,024 + 5 \cdot 0,086}{6,11} = 69,4 \text{ °C.}$$

2.3.22 Витрата води на рециркуляцію, кг/с

$$G_{\text{рец}} = G_{\text{в.к}}^{\text{м}} - G_{\text{м}}; \quad (2.22)$$

$$G_{\text{рец}} = 6,11 - 0,173 = 5,937 \text{ кг/с.}$$

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Результати розрахунків теплової схеми

Найменування величини	Позначення	Одиниця	Значення величин для режимів		
			I	II	III
1	2	3	4	5	6
Температура зовнішнього повітря	$t_{зовн}$	°C	-22	-4,7	
Коефіцієнт зниження витрати теплоти на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря	$k_{o.б}$		1	0,5	
Сумарний відпуск теплоти на опалення	$Q_{o.б}$	кВт	407	203,5	
Сумарний відпуск теплоти на ГВП	$Q_{г.в}^3$	кВт	233	116,5	74
Температура прямої мережної води на виході з котельні	t_1	°C	95	70	70
Температура зворотної мережної води на виході з котельні	$t_2^{o.б}$	°C	70	50	50
Розрахункова витрата мережної води на опалення	$G_{o.б}$	кг/с	3,89	7,77	
Витрата мережної води на підігрівачі ГВП в зимовий період(при спільній роботі контурів ГВП та опалення)	$G_{г.в}^{г.вс+o.в.}$	кг/с	2,22	4,4	
Розрахункова витрата мережевої води після мережевого насосу(при спільній роботі контурів ГВП і опалення)	$G_{мер}$	кг/с	6,11	11,22	
Витрата підживлюваної води на поповнення витоків з мережі	$G_{вит}$	кг/с	0,086	0,08	0.08
Витрата поворотної мережної води(при спільній роботі контурів ГВП і опалення)	$G_{мер.обор.}$	кг/с	6,02	11,14	
Сумарний відпуск теплоти водогрійними котлами	$Q_{к}^6$	кВт	640	320	74
Потрібна кількість працюючих водогрійних котлів	$N_{к}$	Комп.			
-на опалення			2	2	
-на ГВП			2	2	2
Відсоток завантаження	$k_{зав}$	%	98,4	49,4	49,4

3 ВИБІР ОСНОВНОГО ТА ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ

3.1 Котли

З розрахунку теплової схеми обираємо 2 котли Logano GE434.

Технічні характеристики 1 котла:

1. Номінальна потужність – 325 кВт;
2. Теплова потужність спалювання – 350 кВт;
3. Температура димових газів – 116⁰ С;
4. Пальник – атмосферний;
5. Витрата палива (газ природний) – 35,1 м³/год

3.2 Підігрівач гарячого водопостачання

Теплообмінник пластинчастий - пристрій, в якому здійснюється передача теплоти від гарячого теплоносія до холодного середовища через сталеві, мідні, графітові, титанові гофровані пластини, які стягнуті в пакет. Гарячі і холодні шари перемежуються один з одним.

В процесі теплообміну рідини рухаються назустріч один одному (в протivotоці). У місцях їх можливого перетікання знаходиться або сталева пластина, або подвійне гумове ущільнення, що практично виключає змішування рідин.

Вид гофрування пластин і їх кількість, яке встановлюється в раму, залежать від експлуатаційних вимог до пластинчастого теплообміннику. Матеріал, з якого виготовляються пластини, може бути різним: від недорогої неіржавіючої сталі до різних екзотичних сплавів, здатних працювати з агресивними рідинами.

Матеріали для виготовлення ущільнюючих прокладок також різняться в залежності від умов застосування пластинчастих теплообмінників. Зазвичай використовуються різні полімери на основі натуральних або синтетичних каучуків.

У робочому положенні пластини щільно притиснуті один до одного і утворюють щільні канали. На лицьовій стороні кожної пластини в спеціальні канавки встановлена гумова контурна прокладка, що забезпечує герметичність каналів. Два з чотирьох отворів в пластині забезпечують підведення і відведення гріючого середовища або середовища яке нагрівається до каналу. Два інших отвори, додатково ізольовані малими контурами прокладки запобігають змішання (перетікання) гріє і нагрівається середовищ. Для попередження змішування середовищ в разі прориву одного з малих контурів прокладки передбачені дренажні пази.

Просторове звивисте течія рідини в каналах сприяє турбулізації потоків, а протитечія між гріючим середовищем і середовищем яке нагрівається сприяє збільшенню температурного

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напору і, як наслідок, інтенсифікації теплообміну при порівняно малих гідравлічних опорах. При цьому різко зменшується відкладення накипу на поверхні пластин.

При великій різниці у витраті середовищ, а також при малій різниці в кінцевих температурах середовищ існує можливість багаторазового теплообміну середовищ шляхом петлеподібного напрямку їх потоків. У таких теплообмінниках патрубки для підведення середовищ розташовані не тільки на нерухомій плиті, а й на притискної, а вздовж пластин-перегородок середовища рухаються в одному напрямку.

3.2.1 Вихідні дані для розрахунку:

- Максимальне теплове навантаження на гаряче водопостачання $Q_{\text{ГВП}} = 233 \text{ кВт}$
- температура води у прямому трубопроводі $t_{\text{прям.1}} = 95^\circ \text{C}$;
- температура води у зворотньому трубопроводі $t_{\text{звор.1}} = 70^\circ \text{C}$;
- температура води у прямому трубопроводі системи опалення $t_{\text{прям.2}} = 60^\circ \text{C}$;
- температура води у зворотньому трубопроводі системи опалення $t_{\text{звор.2}} = 5^\circ \text{C}$.

За [2] розраховуємо:

4.1.2 Середньологарифмічна різниця температур

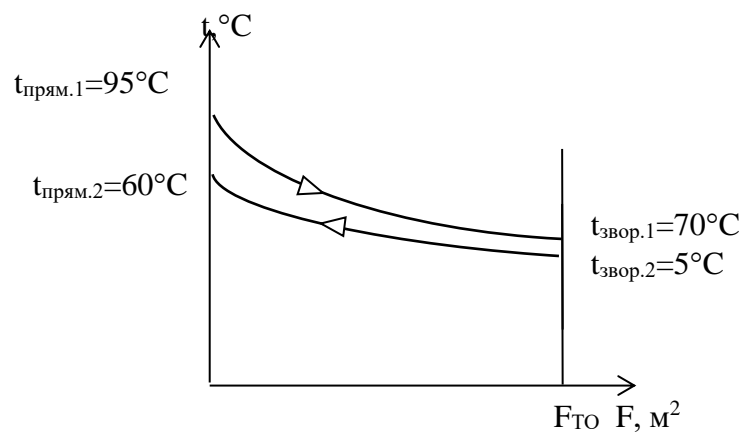


Рисунок 4.1 - Графік зміни температур теплоносіїв

$$\Delta \bar{t} = \frac{\Delta t_{\bar{\theta}} - \Delta t_m}{\ln \frac{\Delta t_{\bar{\theta}}}{\Delta t_m}} \quad (3.1)$$

більша різниця температур:

$$\Delta t_{\bar{\theta}} = t_{\text{прям.1}} - t_{\text{прям.2}} \quad , \quad (3.2)$$

$$\Delta t_{\bar{\theta}} = 70 - 5 = 65^\circ \text{C}.$$

менша різниця температур:

$$\Delta t_m = t_{згор,1} - t_{згор,2}, \quad (3.3)$$

$$\Delta t_m = 95 - 60 = 35^\circ C$$

$$\Delta \bar{t} = \frac{65 - 35}{\ln \frac{65}{35}} = 48,46^\circ C.$$

3.2.3 Середні температури та теплофізичні параметри теплоносіїв у каналах теплообмінника:

Вода зі сторони центральної мережі

$$t_{cp1} = \frac{t_{прям1} + t_{згор1}}{2}, \quad (3.4)$$

$$t_{cp1} = \frac{95 + 70}{2} = 82,5^\circ C.$$

За $t_{cp1} = 82,5^\circ C$ і [3] знаходимо теплофізичні параметри:

$$\rho_1 = 970,2 \frac{кг}{м^3}; \text{ Pr}_1 = 2,145; \nu_1 = 0,355 \cdot 10^{-6} \frac{м^2}{с}; \lambda_1 = 67,5 \cdot 10^{-2} \frac{Вт}{м \cdot К}.$$

Вода зі сторони місцевої мережі

$$t_{cp2} = \frac{t_{прям2} + t_{згор2}}{2}, \quad (3.5)$$

$$t_{cp2} = \frac{60 + 5}{2} = 32,5^\circ C.$$

За $t_{cp2} = 32,5^\circ C$ знаходимо теплофізичні параметри:

$$\rho_2 = 994,8 \frac{кг}{м^3}; \text{ Pr}_2 = 5,14; \nu_2 = 0,768 \cdot 10^{-6} \frac{м^2}{с}; \lambda_2 = 62,2 \cdot 10^{-2} \frac{Вт}{м \cdot К}.$$

Температура стінки

$$t_c = \frac{t_{cp1} + t_{cp2}}{2}, \quad (3.6)$$

$$t_c = \frac{82,5 + 32,5}{2} = 57,5^\circ C \quad t_c = \frac{110 + 80}{2} = 95^\circ C.$$

За $t_c = 57,5^\circ C$ $t_n = 95^\circ C$ знаходимо теплофізичні параметри $\text{Pr}_c = 3,12$;

3.2.4 Витрати води в теплообміннику

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{gen1} = \frac{Q_{gen}}{c_p \cdot (t_{прям.1} - t_{звор.1})}, \quad (3.7)$$

$$G_{on1} = \frac{233}{4,187 \cdot (95 - 70)} = 2,22 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$G_{gen2} = \frac{Q_{gen}}{c_p \cdot (t_{прям.2} - t_{звор.2})}, \quad (3.8)$$

$$G_{on2} = \frac{233}{4,187 \cdot (60 - 5)} = 1,01 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Для теплообмінного апарату приймаємо тип пластин 0,3Пр .

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика пластин 0,3Пр [4]:

Показник	Значення
Пластина	
Габаритні розміри $a \times b \times \delta^m$, мм	1370×300×1
Поверхня теплообміну $F_{пл, м^2}$	0,3
Вага (маса) m , кг	3,2
Щілинні канали	
Крок гофрів s , мм	20,8
Висота гофрів h , мм	5
Кількість гофрів n , шт..	48
Еквівалентний діаметр каналу $d_{e, м}$	0,008
Площа перерізу каналу $f_{пл, м^2}$	0,0011
Найбільший умовний діаметр штуцера $D_{ш, мм}$	80
Коефіцієнт теплопровідності стінки $\lambda_{ст}, \frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$	22
Гідравлічний коефіцієнт c	19,3
Приведена довжина каналу $L_{пр, м}$	1,12

3.2.5 Швидкість теплоносіїв у каналах

Кількість каналів одного ходу зі сторони центральної мережі приймаємо рівним $z_1 = 6$.

Тоді, відповідно, зі сторони місцевої мережі $z_1 = z_2 = 6$ [7];

$$W_1 = \frac{G_{gen1}}{z_1 \cdot f_1 \rho_1}, \quad (3.9)$$

$$W_1 = \frac{2,22}{6 \cdot 0,0011 \cdot 970,2} = 0,35 \frac{м}{с}.$$

$$W_2 = \frac{G_{gen2}}{z_2 \cdot f \rho_2}, \quad (3.10)$$

$$W_2 = \frac{1,01}{6 \cdot 0,0011 \cdot 994,8} = 0,15 \frac{м}{с}.$$

3.2.6 Число Рейнольдса

$$Re_1 = \frac{W_1 d_e}{\nu_1}, \quad (3.11)$$

де d_e - еквівалентний діаметр каналу, м.

$$Re_1 = \frac{0,35 \cdot 0,008}{0,355 \cdot 10^{-6}} = 7887.$$

$$Re_2 = \frac{W_2 d_e}{\nu_2}, \quad (3.12)$$

$$Re_2 = \frac{0,15 \cdot 0,008}{0,768 \cdot 10^{-6}} = 1562.$$

При $Re_1 = 7887 > 50$, $Re_2 = 1562 > 50$ – маємо турбулентний режим течії.

3.2.7 Число Нуссельта

$$Nu_1 = a \cdot Re_1^b \cdot Pr_1^{0.43} \cdot \left(\frac{Pr_1}{Pr_c}\right)^{0.25}, \quad (3.13)$$

де a і b – коефіцієнти, що залежать від площі пластин.

Таблиця 3.2 - Значення коефіцієнтів a і b

Тип, площа пластин	a	b	Re, не більше	Pr, не менше
0,2 м ² (0,2К)	0,086	0,7	100 ÷ 30000	0,7 ÷ 20
0,3 м ²	0,1	0,73	100 ÷ 30000	0,7 ÷ 50
0,5 м ² (0,5 Е)	0,135	0,73	100 ÷ 30000	0,7 ÷ 80
0,5 м ² (0,5 Г)	0,165	0,65	200 ÷ 50000	0,7 ÷ 50

$$Nu_1 = 0,1 \cdot (7887)^{0,73} \cdot 2,145^{0,43} \cdot \left(\frac{2,145}{3,12}\right)^{0,25} = 88,42 .$$

$$Nu_2 = a \cdot Re_2^b \cdot Pr_2^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_2}{Pr_c}\right)^{0,25} , \quad (3.14)$$

$$Nu_2 = 0,1 \cdot (1562)^{0,73} \cdot 5,14^{0,43} \cdot \left(\frac{5,14}{3,12}\right)^{0,25} = 49,13 .$$

3.2.8 Коефіцієнт тепловіддачі

$$\alpha_1 = \frac{Nu_1 \cdot \lambda_1}{d_{екв}} , \quad (3.15)$$

$$\alpha_1 = \frac{88,42 \cdot 67,5 \cdot 10^{-2}}{0,008} = 7465,9 \frac{Bm}{m^2 C} .$$

$$\alpha_2 = \frac{Nu_2 \cdot \lambda_2}{d_{екв}} , \quad (3.16)$$

$$\alpha_2 = \frac{49,13 \cdot 62,2 \cdot 10^{-2}}{0,008} = 3819,8 \frac{Bm}{m^2 C} .$$

3.2.9 Коефіцієнт теплопередачі

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + R_3} , \quad (3.17)$$

R_3 - термічний опір забрудненого шару, приймаємо $R_3=0,0002 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$,

$$k = \frac{1}{\frac{1}{7465,9} + \frac{1}{3819,8} + \frac{0,001}{22} + 0,0002} = 1559,6 \frac{Bm}{m^2 C} .$$

3.2.10 Площа поверхні нагріву

$$F = \frac{Q_{огн}}{k \Delta t} , \quad (3.18)$$

$$F = \frac{233 \cdot 10^3}{1559,6 \cdot 48,46} = 3,08 m^2 .$$

3.2.11 Кількість пластин підігрівача

$$z_{nl} = \frac{F}{F_{nl}} , \quad (3.19)$$

$$z_{nl} = \frac{3,08}{0,3} \approx 11 шт.$$

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.12 Кількість ходів у теплообміннику

$$x = \frac{z_{nl} - 1}{z_1 + z_2}, \quad (3.20)$$

$$x = \frac{11-1}{6+6} = 0,83 \approx 1 \text{ ум.}$$

3.2.13 Загальна кількість пластин

$$z_{nl} = x \cdot z_1 + x \cdot z_2 + 1, \quad (3.21)$$

$$z_{nl} = 1 \cdot 6 + 1 \cdot 6 + 1 = 13 \text{ ум.}$$

3.2.14 Сумарна площа нагріву теплообмінника

$$F_1 = F_{nl} z_{nl}, \quad (3.22)$$

$$F_1 = 0,3 \cdot 13 = 3,9 \text{ м}^2.$$

За [5] ведемо гідрравлічні розрахунки:

3.2.15 Число Рейнольдса

$$Re_1 = \frac{W_1 d_3}{\nu_1}, \quad (3.23)$$

$$Re_1 = \frac{0,35 \cdot 0,008}{0,355 \cdot 10^{-6}} = 7887.$$

$$Re_2 = \frac{W_2 d_3}{\nu_2}, \quad (3.24)$$

$$Re_2 = \frac{0,15 \cdot 0,008}{0,768 \cdot 10^{-6}} = 1562.$$

3.2.16 Коефіцієнт гідрравлічного тертя

$$\lambda_1 = \frac{c}{Re_1^{0,25}}, \quad (3.23)$$

$$\lambda_1 = \frac{19,3}{7887^{0,25}} = 2,05.$$

$$\lambda_2 = \frac{c}{Re_2^{0,25}}, \quad (3.24)$$

$$\lambda_2 = \frac{19,3}{1562^{0,25}} = 3,07.$$

3.2.17 Втрата тиску у каналах з мережної сторони

$$\Delta P_1 = \lambda_1 \frac{L_{np}}{d_e} \cdot \frac{x \cdot \rho_1 \cdot W_1^2}{2}, \quad (3.25)$$

де L_{np} - приведена довжина каналу, м.

$$\Delta P_1 = 2,05 \frac{1,12}{0,008} \cdot \frac{1 \cdot 970,2 \cdot 0,35^2}{2} = 17055 \text{ Па}.$$

3.2.18 Втрати тиску у каналах із сторони води, яка нагрівається

$$\Delta P_2 = \lambda_2 \frac{L_{np}}{d_g} \cdot \frac{x \cdot \rho_2 \cdot W_2^2}{2}, \quad (3.26)$$

$$\Delta P_2 = 3,07 \cdot \frac{1,12}{0,008} \cdot \frac{1 \cdot 994,8 \cdot 0,15^2}{2} = 4810 \text{ Па}.$$

3.2.19 Розрахунок діаметрів патрубків для приєднання теплоносіїв

Приймаємо найбільшу швидкість руху теплоносія $W_{\max} = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;

Патрубок мережної води

$$D_{on1} = \sqrt{\frac{4 \cdot G_{\text{сбл1}}}{\pi \cdot \rho_1 \cdot W_{\max}}}, \quad (3.27)$$

$$D_{on1} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,22}{\pi \cdot 970,2 \cdot 1,5}} = 0,044 \text{ м}.$$

За ДСТУ 3667–97 приймаємо сталевий безшовний гарячедеформований патрубок діаметром 45×3,5 мм.

4.4.2 Патрубок води що нагріваються

$$D_{on2} = \sqrt{\frac{4 \cdot G_{on2}}{\pi \cdot \rho_2 \cdot W_{\max}}}, \quad (3.28)$$

$$D_{on2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,01}{\pi \cdot 994,8 \cdot 1,5}} = 0,03 \text{ м}.$$

За ДСТУ 3667–97 приймаємо сталевий безшовний гарячедеформований патрубок діаметром 45×3,5 мм.

Таблиця 3.3 – Характеристики теплообмінника системи гарячого водопостачання

Найменування	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3
Коефіцієнт теплопередачі	$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{С}}$	1559,6
Загальна поверхня теплообміну	м ²	3,9

Продовження таблиці 3.3

1	2	3
Втрата тиску з мережної сторони	Па	17055
Втрата тиску із сторони води, яка нагрівається	Па	4810
Кількість ходів	Шт.	1
Кількість пластин	Шт.	13
Діаметр патрубка мережної води	мм	45
Діаметр патрубка води що нагрівається	мм	45

Схема компоновки теплообмінника: $C_x \frac{6}{7}$.

3.3 Розрахунок насосів

Насос – гідравлічна машина, яка перетворює механічну енергію приводного двигуна або мускульну енергію (в ручних насосах) в енергію потоку рідини, що служить для переміщення і створення напору рідин всіх видів, механічної суміші рідини з твердими і колоїдними речовинами або зріджених газів. Різниця тисків рідини на виході з насоса і приєднаному трубопроводі обумовлює її переміщення.

Робота насоса характеризується його подачею, напором, потужністю, коефіцієнтом корисної дії та частотою обертання.

3.3.1 Вибір насосів гріючої води системи гарячого водопостачання

В системах водяного опалення потрібна значно менша потужність насосів, ніж у водопровідних системах. Насоси розвивають напір, який повинен подолати лише гідравлічний опір у замкненому контурі.

3.3.2 Об'ємна витрата води [8]

$$V_p = \frac{G_{г.в.} \cdot 3600}{\rho}, \quad (3.30)$$

де $G_{г.в.} = 2,22 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$ - масова витрата гарячої води;

$\rho_1 = f(t_p = 82,5^\circ \text{C}) = 970,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ - густина води.

$$V_p = \frac{2,22 \cdot 3600}{970,2} = 8,23 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

3.3.3 Гідравлічний опір контуру системи гарячого водопостачання

$$\Delta p_{мер}^{ГВП} = \Delta p_1 + \Delta p_{тр}, \quad (3.31)$$

де $\Delta p_1 = 17055 \text{ Па}$ – витрата тиску в каналах теплообмінника із сторони води, яка нагріває;

$\Delta p_{м.р.} = 20 \text{ кПа}$ - втрати тиску на тертя в трубопроводі;

$$\Delta p_{сис}^{ГВП} = 17,055 + 20 = 37,055 \text{ кПа}.$$

3.3.4 Напір мережного насоса системи гарячого водопостачання

$$H_1 = \frac{\Delta p_{сис}^{ГВП}}{\rho_1 \cdot g}, \quad (3.32)$$

де g – прискорення вільного падіння ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$)

$$H_1 = \frac{37055}{970,2 \cdot 9,81} = 3,89 \text{ м.вод.ст.}$$

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3.5 Вибір насосу мережної води

За подачею $V_p = 8,23 \frac{м^3}{год}$ і напором $H_1 = 3,89 м.вод.ст$ обираємо мережний насос Wilo TOP-S 50/4 DM.

Приймаємо два насоси (один робочий, один резервний), під'єднуються паралельно. Розміри – Н=240 мм, L=273 мм, D=234 мм

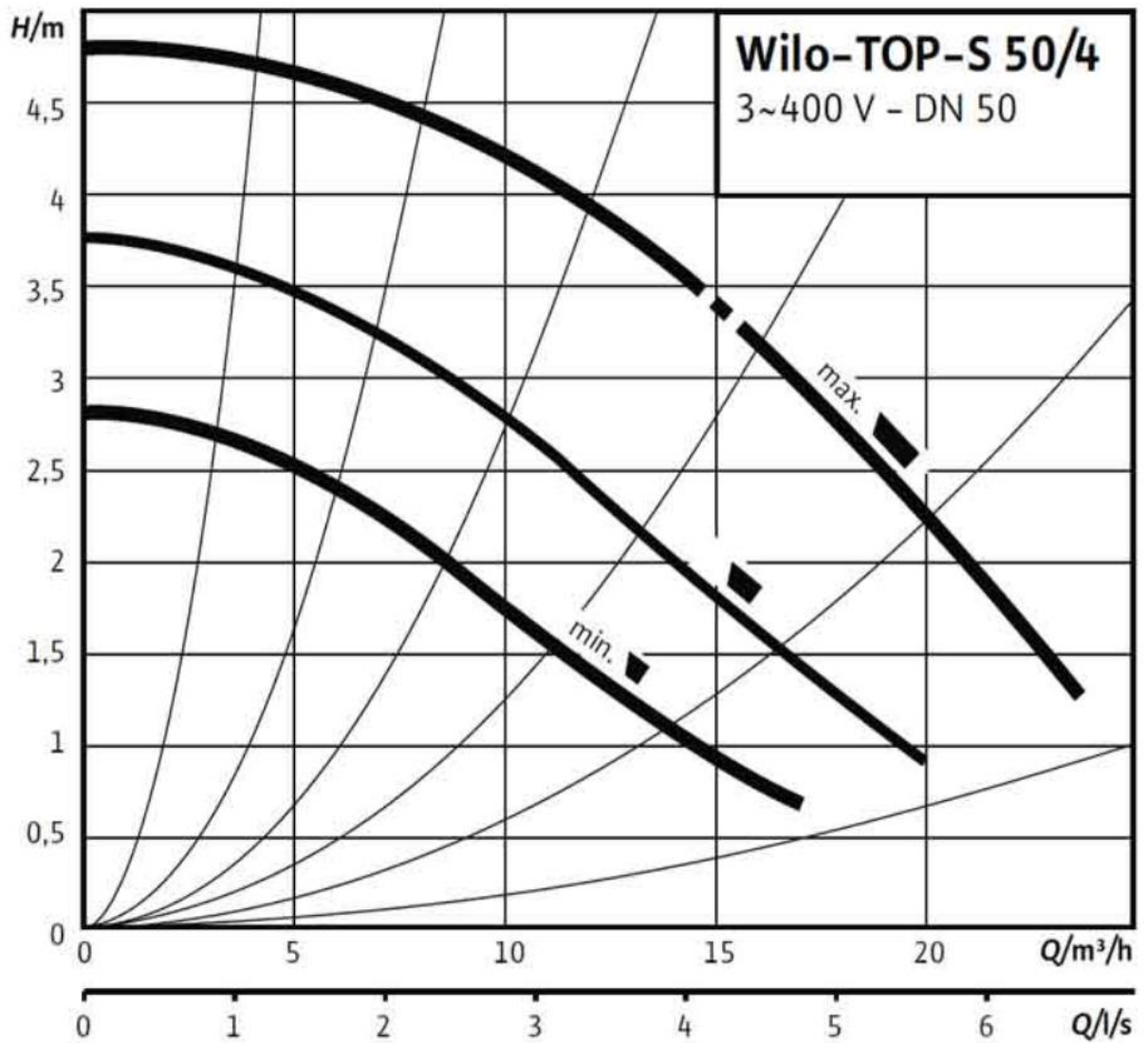


Рис. 3.1 – Характеристика насосу Wilo-TOP-S 50/4

3.3.6 Вибір насосів наповнювачів холодної води

3.3.7 Об'ємна витрата води

$$V_p = \frac{G_{з.в.} \cdot 3600}{\rho_2}, \quad (3.33)$$

де $G_{з.в.} = 1,01 \frac{кг}{с}$ - масова витрата холодної води;

$\rho_2 = f(t_p = 32,5^\circ C) = 994,8 \frac{кг}{м^3}$ - густина води.

$$V_p = \frac{1,01 \cdot 3600}{994,8} = 3,65 \frac{м^3}{год}.$$

3.3.8 Гідравлічний опір контуру системи гарячого водопостачання

$$\Delta p_{мер}^{ГВП} = \Delta p_2 + \Delta p_{тр}, \quad (3.34)$$

де $\Delta p_2 = 4810$ Па – витрата тиску в каналах теплообмінника із сторони води, яка нагрівається;

$\Delta p_{м.р.} = 20 \text{ кПа}$ - втрати тиску на тертя в трубопроводі;

$$\Delta p_{сис}^{ГВП} = 4,81 + 20 = 24,81 \text{ кПа}.$$

3.3.9 Напір мережного насоса системи гарячого водопостачання

$$H_2 = \frac{\Delta p_{сис}^{ГВП}}{\rho_2 \cdot g}, \quad (3.35)$$

де g – прискорення вільного падіння ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$)

$$H_2 = \frac{24810}{994,8 \cdot 9,81} = 2,54 \text{ м.вод.ст.}$$

3.3.10 Вибір насосу мережної води

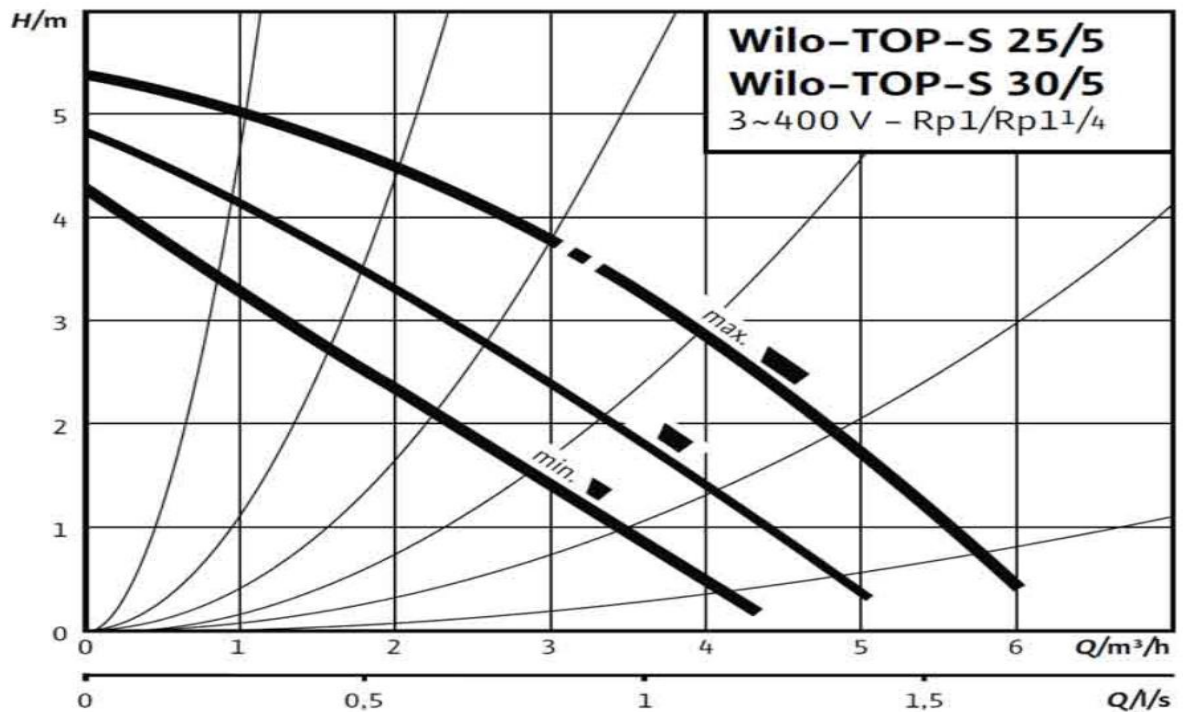


Рис. 3.2 – Характеристика насосу Wilo-TOP-S 25/5

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

За подачею $V_p = 3,65 \frac{м^3}{год}$ і напором $H_1 = 2,54 м.вод.ст$ обираємо мережний насос Wilo

TOP-S 30/7 DM. Приймаємо два насоси (один робочий, один резервний), під'єднуються паралельно. Розміри – Н=180 мм, L=236 мм, D=172 мм

За аналогічною методикою вибираємо інші насоси

Таблиця 3.4 – Характеристика насосів

Найменування	Тип, марка, позначення	Подача, м³/год	Напір max, м.вод.ст	Кількість
Насос котлового контура	Wilo TOP S 50/4 DM	13,96	3	2
Насос мережної води системи опалення	Wilo IPn 50/125 DM	17,5	18	2
Насос гріючої води ГВП	Wilo TOP S 50/4 DM	8,23	3,89	2
Насос наповнювач холодною водою	Wilo TOP S 25/5 DM	3,65	2,54	2
Насос циркуляції ГВП	Wilo TOP Z 30/7 DM	3,5	5	2
Насос підживлення системи	Economy MHI 202 DM	2,25	3	2
Насос припливної вентиляції	Wilo Star RS 25/4 Clasic Star	1	4	1

3.4 Розрахунок гідравлічного вирівнювача

У традиційних опалювальних установках всі вторинні контури, що обслуговують опалювальні зони або бойлери ГВП, підключаються до загальної колекторної труби, яка проходить від первинного контуру котла. У цьому випадку насоси вторинних контурів установки будуть суттєво впливати на функціонування насоса первинного контуру. якщо змінюється кількість одночасно працюючих насосів, то різниця тиску між контуром подачі і повернення первинного контуру теж змінюється. Сумарна продуктивність працюючих насосів може значно перевищувати продуктивність котлового насоса. Робота кожного насоса в цьому випадку схильна до істотного впливу з боку інших насосів системи. В результаті ми стикаємося з такими проблемами:

- Насоси можуть не забезпечити необхідну продуктивність (в установках з різними насосами, великими і малими). Це особливо відноситься до малопотужних насосів, які повинні витратити багато енергії для подолання впливу насосів більшої потужності.
- Насоси можуть вийти з ладу (вплив додаткових контурів може змусити насоси працювати в неоптимальному або позаштатному режимі).
- Система опалення працює більшу частину часу в умовах, далеких від оптимальних, а не в тих, на які вона була розрахована при проектуванні.
- Використання пристроїв регулювання витрати в зональних системах призводить до розбалансування.
- Радіатори можуть нагріватися навіть при зупинених насосах (через паразитні течії, створювані іншими працюючими насосами). Ці явища викликаються природною циркуляцією або циркуляцією в байпасах при вимкнених клапанах.
- Складності з підбором насосів. Правильний підбір насосів для такої системи є непростим завданням. Зокрема, сумарний тиск, що створюється котельним насосом повинен перевершувати сумарне розрядження ΔP , створюване зональними насосами. Збільшена швидкість потоку води може збільшити шум в системі

Уникнути всіх перерахованих вище проблем і забезпечити стійку роботу системи допоможе застосування такого простого елемента, як гідравлічний розділювач. Іноді його також називають гідравлічною стрілкою.

Функцією гідравлічного розділювача, як випливає з його назви, є відділення первинного (котлового) контуру від вторинного (опалювального). При використанні гідравлічного розділювача тиск ΔP між колекторами подачі і повернення близький до нуля. Тиск ΔP визначається гідравлічним опором розділювача, який є незначним. Крім того, це значення є постійною величиною, що не залежить від кількості одночасно працюючих насосів у вторинному контурі.

3.4.1 Розрахунок гідравлічного розподілювача

$$D = 1000 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{кот}}}{\pi \cdot c \cdot w \cdot \Delta T}}, \quad (3.36)$$

де D – діаметр гідравлічного вирівнювача, мм;

$Q_{\text{кот}}$ - максимальна потужність котлів, кВт;

c – теплоємність води, Дж/(кг·К) (беремо $c = 4187$ Дж/(кг·К)),

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

w – швидкість руху води через поперечний переріз гідравлічної стрілки, м/с; (приймаємо рівним – 0,2 м/с);

ΔT - різниця температур між подачею і поверненням води через гідравлічну стрілку, $^{\circ}\text{C}$ (приймаємо 10°C).

$$D = 1000 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 325 \cdot 2}{\pi \cdot 4187 \cdot 0,2 \cdot 10}} = 320 \text{ мм.}$$

Отже, обираємо гідравлічний вирівнювач з $D = 320$ мм.

3.5 Водопідготовча установка

Водопостачання котельні передбачається від існуючого водопроводу.

Водопровід призначений для забезпечення господарських, протипожежних і виробничих потреб котельні.

Виробничі витрати води складаються з потреб води на підживлення приєднаної теплової мережі.

Основні показники якості води, які було використано для розрахунків, наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Характеристика вихідної води

Найменування показників	Одиниці виміру	Значення показників
Жорсткість загальна	мг-екв/кг	4,2
Окислюваність	мг/кг	4,7
Жорсткість карбонатна	мг-екв/кг	3,1
Жорсткість некарбонатна	мг-екв/кг	0,5
Залізо	мг/кг	0,1
Сухий залишок	мг/кг	-
Показник рН		7,5

Для приготування підживлювальної води відповідної до вимог ДНАОП 0.00-1.26-96 розд.13, а також відповідно до вимог фірми-виготовлювача котлів Logano GE 434, проектом передбачено використання існуючої системи хімічного водоочищення.

Норми якості підживлювальної води згідно вимог ДНАОП 0.00-1.26-96 наведені в таблиці 3.6.

Для приведення якості води відповідно до норм проектом передбачене зм'якшення потоку підживлювальної води тепломережі способом натрій-катіонування в установці ECOSOFT – ФК-WS-935. Україна.

Таблиця 3.6 – Якість підживлювальної води

Найменування показників	Одиниці виміру	Значення показників
Жорсткість карбонатна	мг-екв/кг	0,7
Розчинений кисень	мг/кг	0,05
Вільна вуглекислота	мг/кг	-
Завислі речовини	мг/кг	5
Нафтопродукти	мг/кг	-

Виходячи з розрахунків теплової схеми максимальна продуктивність водопідготовки складає 0,198 м³/год.

3.5.1 Розрахунок установки хімводоочистки за [6]

3.5.2 Швидкість фільтрування, м/год

З двох встановлених фільтрів постійно в роботі знаходиться один фільтр, другий фільтр або на регенерації або в резерві.

$$\omega_{ном.} = \frac{Q_{Na}}{f_{Na} \cdot a}, \quad (3.37)$$

де Q_{Na} - продуктивність натрій-катіонітного фільтра ХВО, м³/год;

f_{Na} - площа фільтрування, м²; a – кількість працюючих фільтрів ($a=1$).

$$f_{Na} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (4.38)$$

де D – діаметр фільта, м.

$$f = \frac{\pi \cdot 0.213^2}{4} = 0.036 \text{ м}^2.$$

$$\omega_{ном.} = \frac{0,198}{0,036 \cdot 1} = 5,5 \text{ м/год.}$$

3.5.3 Кількість солей жорсткості, що видаляються на фільтрах за добу, г-екв/добу

$$A = 24 \cdot J_0 \cdot Q_{Na}, \quad (3.39)$$

де J_0 – Загальна твердість води що надходить на фільтри.

$$A = 24 \cdot 4,2 \cdot 0,198 = 19,96 \text{ г-екв/добу.}$$

3.5.4 Число регенерацій кожного фільтра в добу, рег/доб

$$n = \frac{A}{f_{Na} \cdot H_{cl} \cdot E_p^{Na} \cdot a} = \frac{A}{v \cdot a}, \quad (3.40)$$

де $v = 29$ г-екв – обмінна ємність фільтру (ресурс фільтру).

$$n = \frac{19.96}{29.1} = 0.7 \text{ рег/доб.}$$

3.5.5 Витрата 100 % солі (NaCl) на одну регенерацію, кг/рег

$$Q_c^{Na} = \frac{59}{10} = 5.9 \text{ кг/рег,}$$

де 59 – витрата солі на 10 циклів регенерації фільтру (по даним виробника).

3.5.6 Добова витрата технічної солі (93%) на регенерацію фільтра, кг/доб

$$Q_{T.C} = \frac{Q_c^{Na} \cdot n \cdot a \cdot 100}{93}, \quad (3.41)$$

$$Q_{T.C} = \frac{5,9 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 100}{93} = 4,44 \text{ кг/доб.}$$

3.5.7 Витрата солі за опалювальний період, кг/рік

$$Q_{p\dot{u}ch} = n_0 \cdot Q_{T.C}, \quad (3.42)$$

де n_0 – тривалість опалювального періоду (187 днів).

$$Q_{p\dot{u}ch} = 187 \cdot 4,44 = 830,3 \text{ кг/рік.}$$

3.5.8 Витрата води на регенерацію фільтра (по даним виробника – 0,25 м³/рег.

3.5.9 Розрахунок забруднень стічних вод у процесі регенерації фільтрів

3.5.10 Надлишок солі, що скидається за одну регенерацію фільтрів, г/добу

$$[NaCl] = \frac{(q_c - 58,44) \cdot f_{Na} \cdot H_{cl} \cdot E_p^{Na}}{1000} = \frac{(q_c - 58,44) \cdot v}{1000}, \quad (3.43)$$

де 58,44 – питомий, теоретично необхідний еквівалент NaCl, який використовується на регенерацію 1 г-екв солей жорсткості, г/г-екв.

$$[NaCl] = \frac{(100 - 58,44) \cdot 29}{1000} = 1205 \text{ г/рег.}$$

$$[NaCl]_{доб} = [NaCl] \cdot n = 1205 \cdot 0,7 = 844 \text{ г/добу.}$$

3.5.11 Кількість CaCl₂, що скидається за одну регенерацію фільтра, г/добу

$$[CaCl_2] = v \cdot a_{Ca}, \quad (3.44)$$

де a_{Ca} – частка солей кальцію в загальній кількості солей твердості, що скидаються, $a=0,8$.

$$[CaCl_2] = 14 \cdot 0,8 = 11,2 \text{ г-екв/рег,}$$

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$[CaCl_2]_{доба} = 55,5 \cdot [CaCl_2] \cdot n = 55,5 \cdot 11,2 \cdot 0,7 = 435,1 \text{ г/добу.}$$

3.5.12 Кількість забруднень іонами хлору в скидах від хімводоочистки, кг/рег

$$NaCl = 1,205 \text{ кг/рег, відповідно } Cl^- = 0.769 \text{ кг/рег.}$$

$$CaCl_2 = 0,6216 \text{ кг/рег, відповідно } Cl^- = 0.397 \text{ кг/рег.}$$

Загальна кількість $Cl^- = 0,769 + 0,397 = 1,166 \text{ кг/рег.}$

3.6 Вибір розширювального баку системи опалення

Розширювальний бак призначений для компенсації розширювання теплоносія у контурі незалежної системи опалення. Підбір розширювального баку для незалежної системи опалення виконується у відповідності до Додатку Л ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціювання».

Повну водомісткість розширювального баку розраховують за формулою:

$$V_{\text{exp, min}} = (V_e + V_{WR}) \cdot \frac{P_e + 1}{P_e + P_0}, \quad (3.45)$$

де V_{WR} – резервний об'ємний води, дм^3 ;

V_e – приріст об'єму води, дм^3 ;

P_0 – початковий проектний тиск, бар;

P_e – тиск спрацювання запобіжного клапану ($P_e = 3$ бар).

Резервний об'єм (20% від приросту об'єму теплоносія):

$$V_{WR} = 0,2 \cdot V_e. \quad (3.46)$$

Приріст об'єму теплоносія V_e з використанням відносного розширення за максимальної температури теплоносія в системі:

$$V_e = \frac{V_{\text{сист}}}{100} \cdot e, \quad (3.47)$$

де e – коефіцієнт відносного розширення води, %, що визначається за довідковими даними додатка Л ДБН В.2.5-67:2013;

$V_{\text{сист}}$ – повна водомісткість системи, м^3 .

Загальний об'єм води, яка циркулює у системі

$$V_{\text{сист}} = Q_o \cdot V_{\text{с.т.}}, \quad (3.48)$$

де Q_o – максимальне навантаження системи опалення ($Q_o = 407 \text{ кВт}$);

$V_{\text{с.т.}}$ – питомий об'єм води в системі опалення, ($V_{\text{с.т.}} = 16,25 \text{ м}^3/\text{МВт}$).

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{сист} = 0,407 \cdot 16,25 = 6,6 \text{ м}^3.$$

$$V_e = \frac{6600}{100} \cdot 3,47 = 229 \text{ дм}^3.$$

$$V_{WR} = 0,2 \cdot 229 = 45,8 \text{ дм}^3.$$

$$V_{exp,min} = (229 + 45,8) \cdot \frac{3+1}{3+1} = 274,8 \text{ дм}^3.$$

Згідно отриманої водомісткості $V_{exp,min} = 274,8 \text{ дм}^3$ обираємо розширювальний бак

Reflex N 300/3.

3.7 Розрахунок діаметрів трубопроводів

3.7.1 Трубопроводи підживлюваної води

Вихідні дані:

- витрата підживлюваної води, яка поступає в мережу $G_{вит} = 0,086 \text{ кг/с}$;
- витрата води на ГВП для споживачів $G_{г.в.}^{сп.} = 1,01 \text{ кг/с}$;
- густина підживлюваної води $\rho_{t=5} = 999,8 \text{ кг/м}^3$;

3.7.2 Об'ємна втрата води, м³/год

а) Підживлювальні води

$$V_{\Sigma нід} = \frac{G_{вум}}{\rho_{num}} \cdot 3600, \quad (3.50)$$

$$V_{\Sigma нід} = \frac{0,086}{999,8} \cdot 3600 = 0,31 \text{ м}^3/\text{год}.$$

б) ГВП споживачів

$$V_{г.в.}^{сп.} = \frac{G_{г.в.}^{сп.}}{\rho_{num}} \cdot 3600, \quad (3.51)$$

$$V_{гв}^{сп} = \frac{1,01}{999,8} \cdot 3600 = 3,64 \text{ м}^3/\text{год}.$$

в) Сумарна витрата

$$V_{жив} = V_{нід} + V_{г.в.}^{сп.}, \quad (3.52)$$

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{жив} = 0,31 + 3,64 = 3,95 \text{ м}^3/\text{год.}$$

3.7.3 Приймаю швидкість руху води:

$$w_{\epsilon} = 0,7 \text{ м/с.}$$

3.7.4 Діаметри трубопроводів

З рівняння нерозривності(суцільності)

$$V = w_{\epsilon} \cdot f, \quad (3.53)$$

де V – об'ємна витрата вода, кг/с;

w_{ϵ} – швидкість води, м/с;

f – площа поперечного перерізу трубопроводу, м².

Враховуючи, що

$$f = \frac{\pi \cdot d^2}{4}. \quad (3.54)$$

Будемо мати

$$d_{\epsilon n} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w_{\epsilon} \cdot 3600} \right)}. \quad (3.55)$$

$$d_{\epsilon n} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 3,95}{3,14 \cdot 0,7 \cdot 3600} \right)} = 0,048 \text{ м.}$$

Приймаю по ГОСТ 8732-78 стандартні значення діаметрів :

$$d_3 = 50 \times 4 \text{ мм;}$$

3.7.5 Дійсні швидкості руху рідини

$$w_{\epsilon} = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot (d_{\epsilon n})^2}, \quad (3.56)$$

$$w_{\epsilon} = \frac{4 \cdot 3,95}{3,14 \cdot 0,05^2 \cdot 3600} = 0,7 \text{ м/с.}$$

3.7.6 Трубопроводи мережевої води

Вихідні дані

-витрата мережевої води

$$G_{мер} = 6,11 \text{ кг/с;}$$

-густина прямої води

$$\rho = f(t = 95^{\circ} \text{ C}) = 961,8 \text{ кг/м}^3;$$

-густина оборотної води

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho = f(t = 70^{\circ} C) = 977,8 \text{ кг/м}^3;$$

3.7.7 Об'ємна втрата води, м³/год

$$V_{\text{мер}} = \frac{G_{\text{мер}}}{\rho_{\text{мер}}} \cdot 3600 \quad (3.57)$$

$$V_{\text{мер}} = \frac{11,22}{969} \cdot 3600 = 41,68 \text{ м}^3/\text{год.}$$

3.7.8 Приймаю швидкість руху води

$$w_{\text{г}} = 1 \text{ м/с.}$$

3.7.9 Діаметри трубопроводів

Розраховуємо за формулою (3.55)

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 41,68}{3,14 \cdot 0,9 \cdot 3600} \right)} = 0,127 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 10704- приймаю діаметр трубопроводу $d_3 = 127 \times 5 \text{ мм}$

Дійсна швидкість

Розраховуємо для ділянок за формулою (3.56)

$$w_{\text{г}} = \frac{4 \cdot 41,68}{3,14 \cdot (0,127)^2 \cdot 3600} = 0,9 \text{ м/с.}$$

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - система забезпечення безпеки життя й здоров'я працівників у процесі трудової діяльності, що включає правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні, лікувально-профілактичні, реабілітаційні та інші заходи.

У даному дипломному проекті проводились дослідження котельні в місті Буча.

Таким чином, при реалізації мети дипломного проекту можуть виникати наступні потенційно шкідливі та небезпечні виробничі фактори:

- підвищена температура обладнання;
- підвищений рівень шуму;
- підвищення напруги мережі, яка може замкнути через тіло людини;
- недостатня освітленість робочої зони;
- некомфортні умови мікроклімату робочої зони.

В даному розділі запропоновані: технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації теплотехнічного обладнання, а також технічні рішення щодо створення оптимальних санітарно-гігієнічних умов праці та виробничої санітарії та визначені основні заходи з безпеки при пожежі.

4.1 Охорона праці при монтажі обладнання котельні

У сучасних котельнях не менше 80% обладнання монтують методом зборки укрупнених блоків. На спеціальному складальному майданчику окремі елементи каркаса, поверхностей нагріву і т.д. збирають у великі блоки. Потім блоки піднімають і встановлюють у положення передбачене проектом.

Монтаж пов'язаний з підйомом і переміщенням громіздких і нетранспортабельних вузлів, блоків. Всі підйомно-транспортні роботи на монтажі механізуються. Для цього використовується автокран і пневмоколісний кран. Монтажний майданчик огорожують суцільним огороженням. Матеріали зберігають у спеціально відведених місцях. Дороги вільні для проїзду. Входи, переходи і виходи вільні і безпечні. Проходи в небезпечних місцях настиляють з дощок. Настили обов'язково постачають перилами. Монтаж технологічного устаткування виконується відповідно до проекту виробництва монтажних робіт.

При виконанні монтажних і ремонтних робіт, при реконструкції котельної та при експлуатації обладнання необхідно дотримуватися вимог ДНАОП, ДСН, ДБН, стандартів ССБТ і інших норм та правил.

На ділянці, де ведуться монтажні роботи не виконуються інші роботи.

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Забороняється підйом збірних залізобетонних конструкцій, що не мають монтажних петель або міток, що забезпечують їхнє правильне стропування й монтаж.

Застосовувані способи стропування елементів конструкцій і устаткування забезпечують їхню подачу до місця установки в положенні, близькому до проектного.

Елементи конструкцій які монтуються або встаткування під час переміщення утримуються від обертання й розгойдування гнучкими відтягненнями.

Устаткування й трубопроводи звільнені від вибухонебезпечних, горючих і шкідливих речовин.

При виконанні монтажних робіт для закріплення технологічного й монтажного оснащення використовуються устаткування й трубопроводи, а також технологічні й будівельні конструкції після узгодження з особами, відповідальними за правильну їхню експлуатацію.

Розпакування й розконсервація устаткування яке підлягає монтажу, виконуються в зонах, відведених відповідно до проекту виробництва робіт, і здійснюється на спеціальних стелажах або підкладках висотою не менш 100мм.

При розконсервації устаткування не допускається застосування матеріалів із пожежонебезпечними властивостями.

У процесі виконання складальних операцій, сполучення отворів і перевірка їхнього збігу в деталях, які монтуються, виконується з використанням спеціального устаткування. Перевіряти збіг отворів в деталях, які монтуються, пальцями рук не допускається.

При монтажі устаткування повинна бути виключена можливість мимовільного або випадкового його включення.

При переміщенні устаткування відстань між ними і виступаючими частинами змонтованого устаткування або інших конструкцій повинні бути по горизонталі не менш 1м, по вертикалі - 0,5м.

Не допускається використовувати неприйняті в експлуатацію в установленому порядку електричні мережі і енергетичне обладнання. Експлуатується після прийняття в установленому порядку.

Не допускається проводити роботи або знаходитися на відстані менше 50м від місця випробування повітряних вимикачів.

При необхідності подачі оперативного струму для опробування електричних ланцюгів і апаратів на них слід встановити попереджувальні плакати, знаки або написи, а роботи, не пов'язані з випробуванням, повинні бути припинені і люди, зайняті на цих роботах, виведені.

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Подача напруги для випробування електрообладнання проводиться за письмовою заявкою відповідальної особи електромонтажної організації (майстра або виконроба), призначеного спеціальним розпорядженням.

На монтованих трансформаторах кінці первинних і вторинних обмоток повинні бути заземлені та закорочені на весь час проведення електромонтажних робіт.

Електромонтажні роботи в діючих електроустановках, як правило, повинні виконуватися після зняття напруги з усіх струмоведучих частин, що знаходяться в зоні виконання робіт, їх від'єднання від діючої частини електроустановки.

Падіння вантажу при переміщенні може відбутися при несправності стропів, при невідповідності грузопідйомності крана вазі обладнання.

При роботі на висоті необхідно використовувати страхові пояса та засоби захисту.

4.1.1 Заходи з безпечної експлуатації устаткування котельні.

Основне й допоміжне устаткування розміщують в спеціальному приміщенні. Проектом передбачені нормативні проходи для обслуговування устаткування. Для обслуговування трубопроводів і арматури водогрійних котлів передбачені площадки на відмітці 2,0 м.

Відстань між елементами устаткування, а також між устаткуванням і стінами приміщень приймається більше 1 м. Ширина основного проходу дорівнює 2 м. Висота від підлоги до низу виступаючих конструкцій у місцях регулярного проходу персоналу, обслуговування трубопроводів і арматур водогрійних котлів становить 2м.

Для забезпечення нормальних умов експлуатації устаткування котельні проектом передбачається установка контрольно-вимірювальних приладів, запобіжних пристроїв і запірної арматури.

Устаткування й трубопроводи з температурною більше +45С теплоізовані й пофарбовані в відповідні кольори згідно з вимогами. Всі струмоприймачі заземлені відповідно вимогам розділу ПУЕ-86 і ПУЕ-2006.

Системи контролю, автоматизації й дистанційного керування роботою основного технологічного устаткування дозволяють:

- одержати своєчасну інформацію про порушення технологічного процесу;
- аварійно відключати устаткування;
- захищати обслуговуючий персонал.

Водогрійні котли обладнані автоматикою безпеки, що забезпечує зупинку подачі газу при відхиленні показника від норми:

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зникнення напруги живлення;
- підвищення температури води в котлі;
- зниження розрідження в топці;
- погашення полум'я у пальниках.

Для припинення або зміни подачі води і газу на всіх трубопроводах установлюються засувки й вентиля. Арматури встановлені в місцях, зручних для обслуговування й ремонту. Засувки й вентиля, що вимагають для відкриття більших зусиль, забезпечені обвідними лініями, механічними приводами.

Горизонтальні ділянки паропроводів укладаються з ухилом $0,002^0$ з забезпеченням дренажу.

Рухливі частини устаткування закриті захисними кожухами.

Компенсація теплових розширень трубопроводів здійснюється П-подібними компенсаторами.

4.1.2 Заходи, щодо безпеки експлуатації електрообладнання котельні

Проектом передбачене електрообладнання котельні з чотирма водогрійними котлами, що працюють на природному газі, а також мережними, циркуляційними і живильними насосами. По надійності електропостачання котельні відноситься до II-ї категорії.

По ступені небезпеки ураження персоналу електричним струмом приміщення котельні відносяться до особливо небезпечних, бо є декілька факторів підвищеної небезпеки:

- наявність струмопровідних підлог;
- дотик людини до металевих корпусів електроустаткування.

Тяжкість враження електричним струмом залежить від цілого ряду факторів: значення сили струму, електричного опору тіла людини й тривалості протікання через нього струму, роду й частоти струму, індивідуальних властивостей людини й умов навколишнього середовища.

Основним фактором, що обумовлює той або інший ступінь ураження людини, є сила струму. Найбільша небезпека виникає при безпосередньому проходженні струму через життєво важливі органи людини.

Найпоширенішими технічними засобами захисту є захисне заземлення і занулення. Організаційні й технічні заходи щодо забезпечення електробезпеки полягають, в основному, у відповідному навчанні, інструктажі й допуску до роботи осіб, що пройшли медичний огляд і виконанням ряду технічних заходів при проведенні робіт з електроустаткуванням, дотриманні додаткових вимог при роботах із частинами, що перебувають під напругою.

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.1.2.1 Технічні рішення по запобіганню електротравм при дотику до нормально струмоведучих частин електрообладнання (при нормальному режимі їх роботи).

Зовнішні електропроводки виконані на відстані від підлоги: 2,5 метрів над робочим місцем; 3,5 метрів над проходами; 6 метрів над проїздами.

Двигуни насосів котельні стійкі до струмів блокування і не потребують захисту від перевантаження.

Магістральні і розподільчі мережі виконуються кабелем ВВГнг відкрито на скобах, в коробі, в гнучкому рукаві.

Освітлення котельні передбачається робоче, аварійне і ремонтне, на напрузі 220В і 12В відповідно. Для аварійного освітлення використовується переносний акумуляторний ліхтар.

В якості джерел світла для забезпечення безпечного доступу в котельню застосована мінімально необхідна кількість вибухозахищених світильників (НСП), які мають ступінь захисту достатній для використання в приміщеннях категорії 2 і вмикаються зовні. Для робочого освітлення застосовані світильники з люмінесцентними лампами (ЛСП).

У місцях підвищеної небезпеки ураження електричним струмом проектом передбачене ізолювання робочого місця персоналу шляхом застосування екранів (металеві аркуші, сітки, комбінації аркушів і сіток).

Екран повинен бути електрично-герметичний, а контактуючі поверхні його частин повинні мати антикорозійне покриття й щільно притискатися одне до одного по всій площі.

4.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничій санітарії

4.2.1 Параметри мікроклімату в приміщенні котельної.

Відповідно до ДСТ 3.3.6.042-99 під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат їхнього внутрішнього середовища, що впливають на організм людини: температура, вологість, швидкість руху повітря і теплові випромінювання.

Норми на оптимальні і допустимі значення температури, відносної вологості і швидкості руху повітря встановлюються для робочої зони (робочого місця) приміщень у залежності від періоду року і категорії виконуваних робіт. Крім того, допустимих температур повітря встановлюють різні для постійних і непостійних робочих місць.

Поділ робіт на категорії проводиться в залежності від загальної енерговитрати організму працівника. Відповідно до характеру робіт у відзначеному приміщенні, фізичні роботи середньої важкості (категорія Пб) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 233 - 290 Вт (201-250 ккал/год.) До категорії Пб належать роботи, що виконуються

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Показники мікроклімату в приміщенні котельні регламентуються ДСН наведені в табл.4.1 окремо для холодного і теплого періодів року.

Таблиця 4.1 - Показники мікроклімату в приміщенні котельні

Період року	Параметр мікроклімату	Параметри мікроклімату відповідно ДСТ 3.3.6.042-99	
		оптимальний	допустимий
Холодний	Температура, С°	22-24	18-26
	Відносна вологість повітря, %	40-60	75
	Швидкість руху повітря, м/с	0,1	0,1
Теплий	Температура, С°	22-25	18-26
	Відносна вологість повітря, %	40-60	75
	Швидкість руху повітря, м/с	0,1	0-1

Дотримання умови мікроклімату в межах норми забезпечується: у холодний період підігрівом приміщення радіаторами з теплоносієм водою, нагрітої до температури 50-80°С, кондиціонуванням; у теплий період

Для підтримки оптимальних параметрів мікроклімату в робочій зоні приміщення котельні проектом передбачається:

- автоматизація технологічного процесу (на місцях виміру параметрів установлені датчики, які передають інформацію на щит керування);
- зменшення виділення тепла й вологи за рахунок застосування ізоляції (ізолюючі мати) і фарбування срібlistого кольору;
- опалення виробничих, побутових і допоміжних приміщень (система опалення однотрубна з нижнім розведенням);
- видалення надлишкових тепла й вологи за рахунок вентиляції приміщень.

4.2.2 Система вентиляції

Основним видом вентиляції є природний повітрообмін за рахунок різниці температур.

У літній період повітря частково або повністю забирається з котельні вентилятором. У зимовий час частково із приміщень і вулиці, а при температурі -20°С повітря на горіння забирається тільки зовні будинку.

4.3 Профілактика та безпека в надзвичайних ситуаціях

Для забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях (НС) необхідно розробити плани евакуації та ліквідації наслідків НС. Основними складовими є розробка технічних рішень та

організаційних заходів щодо оповіщення, евакуації та дій персоналу у випадку НС, а також визначити основні заходи з пожежної безпеки.

4.3.1 Пожежна безпека

Відповідно до вимог будівельних норм і правил і від характеру використовуваних у виробництві речовин і їхньої кількості проєктована котельня ставиться до виробництва категорії Г, вогнестійкість будинків котельні характеризується II ступенем вогнестійкості.

Найбільш частими причинами пожеж можуть бути:

- порушення правил пожежної безпеки;
- порушення правил зберігання горючих речовин, особливо поблизу нагрівальних приладів;
- порушення правил експлуатації електроустаткування;
- паління в не відведених для цих цілей місцях.

Вибухи й пожежі можуть відбутися при витоках газу через нещільності рознімних з'єднань газопроводів і арматур.

Загальні вимоги пожежної безпеки викладені в [23,24]: всі трубопроводи котельні з температурою поверхні вище 45°C ізолюють. Ізоляція виконана двошаровою: першим шаром є мінерало-ватяний, а другий покривний матеріал - фольга.

Для продувки газопроводів передбачені продувні свічі й штуцери (вибираються залежно від діаметра вихідного отвору на трубопроводі) із запірними органами й заглушками для поводження продувного агента гнучким шлангом. Обмін забезпечується п'ятикратний не більш ніж за 20 хв. Продувні свічі виводяться вище даху котельні на 1 м.

Проектом реконструкції котельні передбачається установка клапана запобіжно-запірного електромагнітного газового КПЭГ Ду100 Саратовского ВАТ «Газаппарат» для контролю загазованості в котельні на уведенні газопроводу в котельню, що спрацьовує при перевищенні припустимих концентрацій токсичних і вибухонебезпечних газів у приміщенні котельні.

Котельні установки постачають наступними захистами й блокуваннями: на погашення факела, відключення всіх димососів, вентиляторів, повітропідігрівників. Запалювання пальників блокується без попередньої вентиляції топлення протягом 10...15 хв, подача палива повністю припиняється при закритому повітряному шибері або відключеному вентиляторі даного пальника. Подача палива блокується при хоча б одній незакритій засувці з електроприводом у пальника.

Передбачено пристрої захисту від блискавки в будівлі, їх споруджено і встатковано.

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для розміщення первинних засобів пожежогасіння в котельні установлені спеціальні пожежні щити з набором: пінних вогнегасників ОХВП- 10-12шт.; вуглекислотних вогнегасників, ОУ- 5-3шт.; ящик з піском; щільне полотно; сокира; лом; багор; лопата. Щити розташовуються у легко доступних місцях, ближче до виходів із приміщень. На місцевому тепловому щиті кожного котла є два вуглекислотних вогнегасники ОУ - 5.

Кількість, розташування та умови зберігання вогнегасників відповідають ДСТУ 3675-98 та ISO 3941-77

У котельні влаштований протипожежний водопровід. Пожежні крани встановлені в приміщенні котельні.

Протипожежне водопостачання забезпечується наступними проектними рішеннями:

- загальна витрата води на площадці становить 10 л/с, з урахуванням потреб пожежогасіння:
- пожежогасіння котельні приймається двострунним. Необхідний напір при внутрішньому пожежогасінні становить 16 м;
- пожежні крани до котельному відділенні розміщені на основних оцінках обслуговування;
- у допоміжних, санітарно - побутових приміщеннях котельні проектом передбачена пожежна сигналізація.

Для попередження руйнування устаткування при можливому нагромадженні природного газу на металевих газоходах від каналів до димаря встановлені підливні клапани.

Для пожежної сигналізації згідно ДБНВ.2.5-56-14 застосовані пристрої охоронної сигналізація УОТС- 1- 1 працюючі з димовими й тепловими датчиками.

Датчики встановлюються на стелі. Пристрій охоронної сигналізація встановлюється в приміщенні чергового персоналу.

В робочих приміщеннях котельні виконані усі вимоги НАПБВ.01.34-2005 та Правил пожежної безпеки підприємств та організацій енергетичної галузі України.

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У даній роботі був розроблений проект автономної котельні для забезпечення тепlopостачання офісу ВАТ «Південьтеплоенергомонтаж» в місті Буча.

За даними на теплові навантаження було розраховано та обрано 2 котли Logano GE434 p сумарним відпуском теплоти 650 кВт.

Схема підключення системи опалення незалежна. Для гарячого водопостачання було вибрано схему з паралельним приєднанням водонагрівача.

У якості водопідігрівача системи гарячого водопостачання був розрахований і обраний пластинчатий теплообмінник.

Теплообмінник системи гарячого водопостачання укомплектований з пластинами 0,3Pr на двох плитах має 13 пластин та 1 хід. Площа теплообміну 3,9 м².

Вибрано насос котлового контура марки TOP S 50/4 DM фірми Wilo в кількості 2 шт; насос мережної води системи опалення марки IPn 50/125 DM фірми Wilo в кількості 2 шт; насос гріючої води ГВП марки TOP S 50/4 DM фірми Wilo в кількості 2 шт; насос наповнювач холодною водою марки TOP S 25/5 DM фірми Wilo в кількості 2 шт; насос циркуляції ГВП марки TOP Z 30/7 DM фірми Wilo в кількості 2 шт. Для пом'якшення води вибрана установка ECOSOFT – ФК-WS-935. Для компенсації температурних розширень води обраний розширювальний бак Reflex N 300/3 об'ємом 300 літрів.

В графічній частині представлено теплова схема котельні, компоновка обладнання план, розріз 1-1, розріз 2-2.

Відмічені основні заходи і засоби по забезпеченню охорони праці.

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Теплові навантаження. Теплові схеми котелень. Метод. Вказівкт до викон. Розрахункової роботи з дисципліни «Джерела теплопостачання та споживачі теплоти» для студ. Напрямку підготовки 6.05060101 «Теплоенергетика» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» / Уклад.: М.Ф. Боженко, Ю.В. Шовкалюк. – Київ : НТУУ «КПІ», ТЕФ, 2013.-52 с.
2. Загребин В.А. Расчёт водоводяных пластинчатых теплообменников, водоснабжение и санитарная техника /В.А. Загребин. - 1985, №2. – 13-15.
3. Краснощеков Е.А., Задачник по теплопередаче: учеб. пособие для вузов. Е.А. Краснощеков, А. С. Сукомел – 4-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1980. – 288с., ил.
4. Проектирование тепловых пунктов. СП 41 – 101-95. – Москва: Госстрой России – 1999. – 79 с.
5. Василенко С. М. Теплообміні апарати. Основи розрахунку та вибору. Цикл з лекцій дисципліни «Процеси та обладнання фармацевтичної та мікробіологічної промисловості» / Василенко С. М., Шутюк В.В. - К.: УДУХТ, 2000. -36 с.
6. Лифшиц О.В. Справочник по проектированию водоподготовительных установок для котельных малой мощности./ О.В. Лифшиц.- М.: Энергия, 1969.-288 с.
7. ДНАОП 0.00-1.08-94. Правила будови та безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів;
8. ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;
- 9.Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари та горячої води. Держнаглядохоронпраці.
- 10.СНиП 3.05.01 - 85. «Правила производства и приемки работ. Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений».
- 11.ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок.
- 12.СНиП 2.01.02-85 Противопожарные нормы.

					ТП 51 69 017 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

[illegible]

				ТП 51 69 017		
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту	Аркуш	Аркушів
Студент	Швець					1
Керівн.	Шовкалюк				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ТІТ, Гр. ТП – 51	Каф.
Консульт.	-					
Н.контр.	Боженко					
Зав.каф.	Варламов					

Інтернет + Бібліотека

79.83% Оригінальність

20.17% Схожість

202 Джерела

Джерела з Інтернет : 1 джерело знайдено

1. http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25676/1/Zhylezko_magistr.pdf 3.98%

Mitchenko_bakalavr.docx	10.38%
Магдич.docx	6.97%
Диплом магістра Авласенко.doc	6.69%
Mazuruk_bakalavr.pdf	5.78%
Lemeschenko_bakalavr.docx	4.58%
На плагіат_ТАТАРИН Б.П.docx	4.45%
МД ПЗ Шаранов В В ТП-71мп.docx	3.8%
На плагіат_ТАТАРИН Б.П (1).docx	3.23%
Kochetkov_bakalavr.docx	3.2%
Проверка на плагиат жилезко.docx	3.1%
Maslaiev_bakalavr.doc	2.76%
Диплом liuyang.doc	2.68%
МД Махров М А ТП-71мп.docx	2.45%
plagiatMarkulanEV TP41.docx	2.13%
MukhinPlagiat.docx	2.13%



Схожість



Схожість з обраним джерелом



Заміна літер абетки



Цитата



Посилання